



Ontwerpen met virtual reality

Virtual reality komt steeds vaker voor in ons dagelijks leven; van augmented reality apps tot Kinect spelcomputers, 3D-televisie en Minority Report. In dit artikel wordt onderzocht hoe virtual reality kan worden gebruikt voor de communicatie tussen productontwerpers en eindgebruikers. Virtual reality maakt het namelijk mogelijk om gebruikers producten te laten testen nog voordat de producten gemaakt zijn, en geeft hiermee ontwerpers de kans om al vroeg in het ontwerpproces feedback te krijgen op productconcepten. Dit artikel presenteert een aanpak waarin ontwerpers zelf potentiële toepassingen van virtual reality identificeren en evalueren. Deze inzichten worden uiteindelijk gebruikt voor het opstellen van richtlijnen voor het gebruik van virtual reality als ontwerptool, of als beginpunt voor de ontwikkeling van software tools die aansluiten bij de kennis en vaardigheden van ontwerpers.

Jos Thalen

Informatie over de auteur:

Jos Thalen studeerde in 2009 af als industrieel ontwerper aan de Universiteit Twente en begon daarna bij de vakgroep Ontwerp, Productie & Management als promovendus aan onderzoek over de toepassing van virtual reality in vroege stadia van een gebruikersgericht ontwerpproces. Het werk valt onder de onderzoeksgroep 'Use Anticipation in Product Design', onder leiding van Mascha van der Voort. Binnen deze onderzoeksgroep wordt gewerkt aan tools en methoden om ontwerpers te helpen om 'gebruik' en 'gebruikers' te begrijpen en deze kennis toe te passen in het ontwerpproces.

Correspondentieadres:

Jos Thalen
Laboratory of Design Production and Management
University of Twente
7500 AE Enschede
j.p.thalen@utwente.nl

Als productontwerper houd je rekening met de eisen en wensen van de eindgebruiker. Hoe vroeger in het ontwerpproces je kunt achterhalen wat een eindgebruiker van het product denkt, des te efficiënter en effectiever je als ontwerper nog kunt ingrijpen; een conceptschets pas je eenvoudiger aan dan een spuitgietsmal of o-serie. Het betrekken van eindgebruikers in zo'n vroeg stadium van het ontwerpproces brengt ook uitdagingen met zich. Naast praktische problemen als geheimhouding, gebrek aan proefpersonen of tijdsdruk, kent het vroege stadium een belangrijke paradox; je vraagt eindgebruikers om een product te beoordelen dat nog niet bestaat. Vaak worden daarom schetsen, kleimodellen of mockups gebruikt om de gebruiker te helpen het product te 'begrijpen'. Deze vormen van prototyping zijn snel, flexibel en goedkoop, en daarmee erg geschikt voor de vroege stadia van het ontwerpproces. Er zijn echter productaspecten die moeilijk in een schets of mockup te beschrijven zijn, zoals de interactie tussen een interactief product en de gebruiker, of de invloed van een product op de productcontext (bijvoorbeeld de invloed op een workflow; een product maakt vaak deel uit van een grotere serie taken en interacties, het aanpassen van een product of productinteractie kan hier invloed op hebben). Vaak worden dergelijke aspecten pas in een later stadium geëvalueerd, bijvoorbeeld door middel van gebruikstesten met functionele prototypes, door het uitvoeren van gedetailleerde simulaties of pas na het op de markt brengen van het product.

Het onderzoek in dit artikel verkent de toepasbaarheid van virtual reality als aanvulling op bestaande middelen voor

het betrekken van eindgebruikers in een vroeg stadium van het ontwerpproces. Virtual reality is een verzamelnaam voor technieken die het mogelijk maken om (semi) virtuele omgevingen te creëren waarin je dingen kunt zien, voelen, horen en/of doen die (nog) niet bestaan. In die zin is ook een simpel computerspel een vorm van virtual reality, evenals een geavanceerde rijnsimulator of de Google Goggles app voor smartphones. Uit vooronderzoek, bestaande uit interviews met ongeveer veertig ontwerpers van vier verschillende bedrijven, blijkt dat de mogelijkheden van virtual reality (eenmaal uitgelegd) goed aansluiten bij de behoefte van ontwerpers. Naast de interviews zijn interactieve VR-demonstraties gebruikt om verschillende technologieën en toepassingen toe te lichten, waaronder een geavanceerde rijnsimulator voor het testen van intelligente rijtaakondersteunende systemen, een motion-tracking pak om bewegingen van een gebruiker op te nemen, een multi-touchtafel waarmee een kamer kan worden ingericht, en een augmented reality toepassing waarmee nieuwe machineconcepten in een bestaande fabriekshal kunnen worden geprojecteerd. Hoewel deze voorbeeldtoepassingen als nuttig worden gezien, blijkt ook dat virtual reality nog maar weinig wordt toegepast in vroege stadia van een ontwerpproces. Behalve dat ontwerpers niet altijd bekend zijn met de mogelijkheden, wordt virtual reality ook (nog steeds) geassocieerd met dure en specialistische technologie, en daardoor vooral gezien als toepasbaar voor detailontwerp (hierbij wordt vaak gerefereerd aan CAD-systemen).

Focus

De hoofdvraag van het hier gepresenteerde onderzoek is hoe communicatie tussen ontwerpers en eindgebruikers in een vroeg stadium van het ontwerpproces kan worden ondersteund door virtual reality. Om deze vraag te beantwoorden volgt het onderzoek zelf ook een gebruikersgerichte aanpak, waarbij ontwerpers als beoogde eindgebruikers (van virtual reality) worden beschouwd. Er wordt samengewerkt met ontwerpafdelingen van verschillende industriële partners, uiteenlopend van automotieve en machineontwerp tot mechatronica en consumentenelektronica. De samenwerking met industriële partners maakt het mogelijk om het onderzoek te richten op toepasbaarheid van virtual reality, terwijl bestaand onderzoek op het gebied van virtual reality en productontwerp zich vooral richt op het ontwikkelen of optimaliseren van (nieuwe) virtual reality technieken. Het uitgangspunt van het huidige onderzoek is niet het ontwikkelen van virtual reality technieken, maar juist het praktisch toepassen van (combinaties van) bestaande technieken in een specifieke ontwerpsituatie.

Methode

Het verloop van het onderzoek wordt gestuurd door drie deelvragen. Ten eerste willen we weten welke ontwerpsituaties effectief kunnen worden ondersteund door virtual reality. Dit wordt de toepassing van virtual reality genoemd. Ten tweede willen we weten of het voor ontwerpers moge-

lijk is om deze toepassing zelf te gebruiken en (indien nodig) aan te passen door ze te voorzien van de juiste VR tools. Als laatste willen we weten in hoeverre deze toepassingen en tools bruikbaar zijn in verschillende ontwerpdisciplines, waaronder machine-, automotive- en mechatrisch ontwerp.

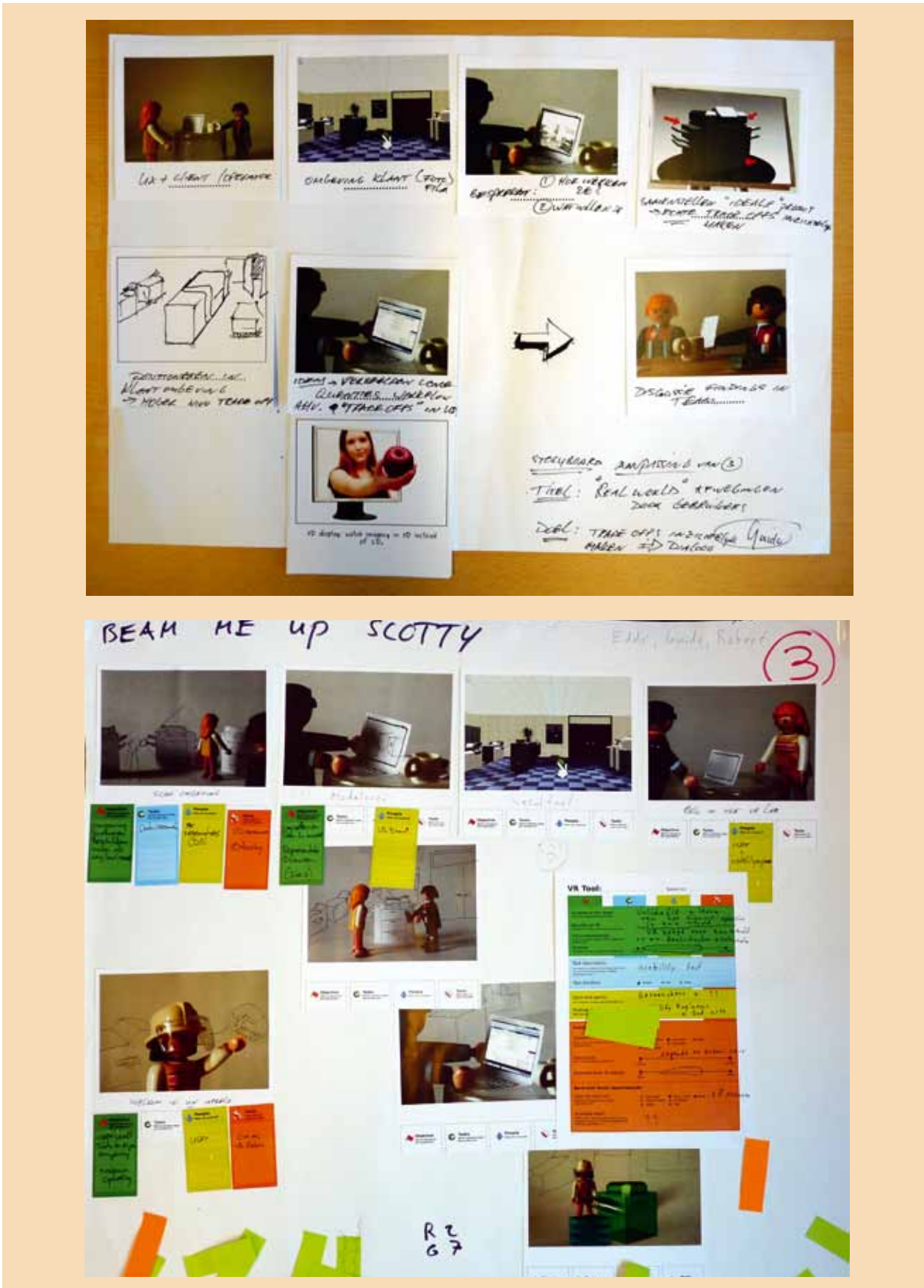
Het onderzoek voert drie uitgebreide case studies uit, waarin per case study de ontwerpafdeling van een industriële partner wordt betrokken. In de case studies vervult de onderzoeker de rol van een 'VR consultant' om samen met de bedrijven een optimale VR-toepassing te identificeren, te bouwen en te evalueren. De belangrijkste stappen in dit proces zijn:

1. *Workshop*. In de groepsworkshop wordt ontwerpers gevraagd om door middel van visuele storyboards hun ideeën en mogelijke toepassingen van virtual reality te bespreken en te verfijnen.
2. *Toepassing*. De onderzoeker ontwikkelt een prototype van de toepassing die als meest kansrijke of nuttige naar voren kwam tijdens de groepsworkshop. Het prototype maakt zoveel mogelijk gebruik van bestaande technieken, maar wordt wel aangepast aan de specifieke eisen en wensen van het bedrijf.
3. *Evaluatie*. Het prototype wordt gebruikt tijdens een test case binnen het bedrijf, waarbij de ontwerpers kijken of de toepassing een toegevoegde waarde heeft voor het ontwerpproces.
4. *Toolselectie*. Na het verfijnen, testen en evalueren van de virtual reality toepassing richt het laatste deel van het proces zich op het vinden en evalueren van tools die nodig zijn om de beoogde toepassing te realiseren (de tools die de onderzoeker gebruikt zijn vaak te specialistisch om ook in de ontwerppraktijk te kunnen worden gebruikt)

De afronding van elke case study bestaat uit het delen van de resultaten en inzichten met andere betrokken industriële partners. Hiermee krijgen de bedrijven een breed inzicht in verschillende mogelijkheden van virtual reality, en krijgt de onderzoeker inzicht in de 'bandbreedte' van elke toepassing; in welke disciplines zijn bepaalde toepassingen bruikbaar, en hoeveel flexibiliteit is hiervoor nodig? Om het verloop van dit 'VR consultancy'-proces te illustreren wordt in het volgende gedeelte van dit artikel een van de case studies uit het onderzoek beschreven.

Case study: virtuele printshop

De case study is uitgevoerd in samenwerking met een wereldwijde producent van printers, copiers en scanners. De ontwerpafdeling van dit bedrijf is gespecialiseerd in het ontwerpen van zowel het exterieur als het interieur van printers, copiers en scanners, alsmede het ontwerpen en testen van user interfaces en interacties. Tijdens de case study is voornamelijk samengewerkt met visual designers, interaction designers, product designers en usability engineers van de ontwerpafdeling.



Afbeelding 1. Voorbeelden van de storyboards uit de groepsworkshop. Alle storyboards bestaan uit 'frames', geordend door de deelnemers. Bovenstaande storyboards laten ook zelfgetekende frames en enkele 'technology frames' zien

Workshop

De groepsworkshop vormt de eerste grote bijeenkomst in de case study, en werd naast de onderzoeker bijgewoond door twaalf deelnemers uit het bedrijf. Het doel van de workshop was om deelnemers te laten reflecteren op de huidige ontwerppraktijk (met een focus op de vroege stadia van het ontwerpproces) en eventuele knelpunten te koppelen aan mogelijkheden die virtual reality technieken bieden. Om deze koppeling zonder veel voorkennis (ontwerpers hadden weinig tot geen voorkennis met betrekking tot virtual reality) te kunnen maken, werden storyboards gebruikt. Storyboards zijn visuele representaties van situaties, en geven onder andere personen, objecten en gebeurtenissen weer.

Ter inspiratie liet de onderzoeker vier voorbeelden zien van storyboards. Elk storyboard visualiseerde een ontwerpsituatie (bijvoorbeeld een productevaluatie of gebruikersanalyse) waarin een bepaalde vorm van virtual reality werd toegepast. Vervolgens werd aan deelnemers gevraagd om zelf soortgelijke storyboards te genereren. De storyboards (afbeelding 1) werden opgebouwd door het combineren van papieren kaartjes (key frames), die elk een bepaalde ontwerpsituatie visualiseren, zoals een ontwerpbespreking, een CAD-ontwerper of een gebruikstest. Uiteindelijk moest elk storyboard een ontwerpsituatie beschrijven, en op een bepaald moment gebruikmaken van een virtual reality techniek. Speciale technology frames gaven een korte uitleg van een selectie van VR-technieken, zoals haptische invoerapparaten, augmented reality of holografie.

Het ging bij deze oefening vooral om het beschrijven van een toepassing in een bepaalde situatie. Wie zijn er bij betrokken? Wat is het doel van deze toepassing? Welke output levert de toepassing? Welke input is er eventueel voor nodig? Het genereren van zulke storyboards vond plaats in twee rondes. Deelnemers werkten eerst aan een individueel storyboard. Vervolgens werden de individuele storyboards in groepen van drie verder uitgewerkt tot een storyboard per groep. Deze werden aan het einde van de workshop gepresenteerd en beoordeeld op onder andere relevantie en haalbaarheid.

De 'low-fidelity'-aanpak van de workshop gaf op efficiënte wijze inzicht in verschillende mogelijkheden voor toepassingen van virtual reality binnen het ontwerpproces van het bedrijf. In één middag werden twaalf individuele en vier meer gedetailleerde toepassingen geïdentificeerd. De toepassingen liepen uiteen van het gebruik van augmented reality om virtuele printers op afstand bij een klant te presenteren, tot het creëren van een 'holo-deck' waarin ontwerpers en eindgebruikers kunnen rondlopen om productconcepten te testen en beoordelen. Hoewel de geloofwaardigheid van de storyboards niet altijd even hoog is (vooral tijdens de eerste individuele ronde), biedt de oefening wel de mogelijkheid om zonder voorbereiding veel en uiteindelijk ook gedetailleerde toepassingen te beschrijven.

Tijdens een afsluitende discussie is één storyboard uitgekozen om te gebruiken als uitgangspunt voor de tweede fase

van het onderzoek. Hierbij is vooral gekeken naar de verwachte toegevoegde waarde die de toepassing heeft op het betrekken van eindgebruikers in het ontwerpproces. Deze toepassing wordt in de volgende paragraaf verder beschreven.

Toepassing

Tijdens de workshop is het idee ontstaan om bij de uitvoering van 'usability tests' de werkomgeving van eindgebruikers realistischer weer te geven door middel van virtual reality. Usability testsessies vinden zowel intern als extern plaats. Bij interne testsessies worden eindgebruikers uitgenodigd om een nieuw product te komen uitproberen in een speciaal hiervoor ingerichte testruimte (zie figuur 2a). Deze ruimte wijkt af van de reële gebruiksomgeving; het is een lege steriele ruimte in vergelijking met echte 'printshops', waar continu telefoons rinkelen, verschillende machines werken en klanten staan te wachten. In de beoogde toepassing zullen deze omgevingsfactoren virtueel worden toegevoegd aan de testsessie. Om deze toepassing te kunnen evalueren is door de onderzoeker een virtuele printshop ontwikkeld. De virtuele printshop, gebaseerd op een bestaande omgeving, bevat onder andere verschillende printers, snijmachines en plotters, voorraadkasten, een klantenbalie, een bureau met PC voor administratie en een voor- en nabewerkingstafel (zie afbeelding 2b en 2c).

Er zijn verschillende (technische) oplossingen beschikbaar om deze virtuele omgeving door ontwerpers of eindgebruikers te laten 'beleven'. De omgeving kan worden ontwikkeld als volledig virtuele omgeving waarbij zowel de ruimte als alle objecten (machines, meubels, enzovoort) virtueel worden weergegeven, bijvoorbeeld op een groot (3D-) scherm. Dit heeft als voordeel dat je als gebruiker een totaalbeeld van de situatie krijgt; je ziet constant zowel de omgeving als alle objecten in deze omgeving. Een mogelijk nadeel is echter dat je niet fysiek rond kunt lopen in deze omgeving. Het rondlopen in dergelijke omgevingen werkt meestal via een toetsenbord-, joystick- of muisinterface. Een alternatieve methode is om gebruik te maken van augmented reality. Augmented reality bestaat uit het projecteren van virtuele modellen op de werkelijke omgeving. Vaak wordt hierbij gebruikgemaakt van een combinatie van camerabeelden en hierop geprojecteerde virtuele modellen. De virtuele modellen worden gepositioneerd door het volgen van speciale markers (fysieke objecten die door camera's herkend en gevolgd kunnen worden).

Voor de case study is de virtuele printshop op twee manieren geïmplementeerd. De eerste variant, genaamd virtuele printshop, bestaat uit een compleet virtuele omgeving die wordt geprojecteerd op een groot scherm. De gebruiker kijkt via een first-person perspectief naar de wereld, en bestuurt zichzelf via een toetsenbord en muis door deze virtuele ruimte. De tweede variant, genaamd augmented reality printshop, bestaat uit een draagbare tablet computer die voorzien is van camera en augmented reality software. De eindgebruiker kan met de tablet door een ruimte



Afbeelding 2. Van links naar rechts: (a) het huidige testlab, (b) een echte printshop, en (c) de uiteindelijke virtuele printshop

heenlopen. Markers die in de ruimte zijn geplaatst worden door de camera herkend en op het tablet display vervangen door virtuele modellen van bijvoorbeeld een printer of meubilair. Door beide implementaties door ontwerpers te laten evalueren wordt inzicht verkregen in de voor- en nadelen van beide technieken in een ontwerp-toepassing.

Evaluatie

De twee implementaties zijn geëvalueerd door een test case uit te voeren met ontwerpers van het betrokken bedrijf (afbeelding 3). Het doel van deze evaluatie was om te bepalen of de toepassing aansluit bij de verwachtingen van de ontwerpers (dat wil zeggen: levert de virtuele printshop een realistische omgeving voor testsessies?). Hoewel de virtuele printshop is bedoeld om testsessies met eindgebruikers uit te voeren (in het geval van dit bedrijf de printer operators) zijn bij de test case alleen ontwerpers betrokken. De aanwezige ontwerpers is gevraagd om drie fictieve concepten van papierlades te evalueren. De concepten varieerden in positie en openingsmechanisme. Dit fictieve onderwerp werd gekozen omdat het zowel fysieke aspecten (de lade moet bereikbaar zijn) als meer cognitieve aspecten (de user interface kan de status van een lade weergeven) bevat. De drie concepten zijn in zowel de virtuele printshop als de augmented reality printshop geëvalueerd door specifieke use cases uit te voeren. Zo werd de deelnemers gevraagd om een nieuw pak papier op te halen uit een voorraadkast, naar de printer te lopen, de lade te openen en het papier bij te vullen. Tijdens het uitvoeren van deze taak zorgde de virtuele omgeving voor de juiste achtergrond; er gingen af en toe telefoons af, en de rij met klanten werd groter naarmate de deelnemer langer deed over het uitvoeren van de taak. Gedurende de test vulden ontwerpers evaluatieformulieren in met op- en aanmerkingen over de verschillende papierladeconcepten.

De evaluatieformulieren werden gebruikt als uitgangspunt voor een uitgebreide reflectie na afloop van de testsessie. Hierbij kwam al vrij snel naar voren dat geen van de virtuele printshops voldoende middelen biedt om fysieke aspecten van productconcepten te evalueren. Het openen en sluiten van lades en het precies plaatsen van nieuw papier in de lade kon in de virtuele omgevingen onvoldoende worden beleefd. Hoewel het technisch mogelijk is om dit met virtual reality te ondersteunen, biedt dit volgens de ontwer-

pers onvoldoende meerwaarde ten opzichte van bijvoorbeeld fysieke mockups.

Een aspect dat wel positief werd beoordeeld is het leveren van een realistische en 'complete' gebruikscontext door de virtuele omgeving. Tijdens de sessie moesten deelnemers zich virtueel van de ene printer naar de andere printer (of voorraadkast) verplaatsen, wat een goed inzicht geeft in de workflow van de eindgebruiker. Omdat de inhoud en indeling van de virtuele omgeving relatief eenvoudig kan worden aangepast, kunnen ontwerpers ook snel inzicht krijgen in de effecten van verschillende product/layout-configuraties op de workflow van een eindgebruiker; wat als printer type A wordt vervangen door printer type B, en wat als we printer B twee meter opschuiven? De virtuele omgeving biedt voor dit soort vragen een uitkomst.

Tot slot is nog gekeken naar de invloed van de technische implementatie van de virtuele printshop op de toepassing ervan. Een belangrijk voordeel van de augmented reality printshop is dat fysieke interacties gedeeltelijk onderdeel zijn van de beleving. Deelnemers moesten met het augmented reality tablet rondlopen van marker naar marker, en simuleren hiermee het lopen tussen verschillende printers en meubilair. Hoewel de virtuele printshop dit niet ondersteunt (hier 'loopt' men door middel van een toetsenbord), biedt de virtuele printshop een ander belangrijk voordeel. Terwijl bij de augmented reality printshop het zicht op de virtuele objecten verdwijnt zodra de gebruiker niet meer naar het tabletscherm kijkt, voorziet de virtuele printshop constant in een complete omgeving. Uiteindelijk gaven de deelnemers dan ook de voorkeur aan de virtuele printshop, en heeft het vervolg van de case study zich hierop gericht.

Toolselectie

De virtuele printshop uit de evaluatiesessie is als prototype ontwikkeld door de onderzoeker. Omdat de benodigde software, kennis en vaardigheden niet altijd aanwezig zijn in een ontwerpafdeling, moet een vertaalslag worden gemaakt van het prototype naar een 'VR tool' die voor de ontwerpers bruikbaar is. Hoewel het niet de doelstelling van het onderzoek is om deze VR-tool te ontwikkelen, moet wel inzicht worden gegeven in welke tools beschikbaar zijn, en eventueel in welke tools of vaardigheden nog moet worden geïnvesteerd.

Voor het creëren van de virtual printshop-toepassing zijn grofweg drie onderdelen nodig. Ten eerste moet de ruimte (de printshop, het kantoor, enzovoort) gemodelleerd worden op basis van een bestaande omgeving. Vervolgens moeten hier objecten (printers, meubilair, enzovoort) aan worden toegevoegd. Als laatste moet aan bepaalde virtuele objecten bepaald gedrag worden verbonden; een printerconcept moet virtueel kunnen printen, een lade kunnen openen of een geluidssignaal kunnen weergeven. Voor elk van deze drie onderdelen zijn softwarepakketten uitgekozen die ontwerpers in meer of mindere mate ondersteunen. Tijdens toolworkshops hebben ontwerpers ervaring opgedaan met het werken met deze software en een indruk gekregen van de benodigde tijd en moeite om de toepassing op te bouwen.

De belangrijkste uitkomst van deze serie workshops is dat de eerste twee onderdelen goed worden ondersteund door bestaande oplossingen, waarvan sommige zelfs al aanwezig waren binnen de ontwerpafdeling. Zo worden door ontwerpers al in een vroeg stadium simpele digitale 3D-modellen gemaakt voor onderlinge communicatie. Dergelijke digitale mockups kunnen ook worden gebruikt in de virtuele printshop. Het derde onderdeel, het toekennen van gedrag aan virtuele objecten, is een grotere uitdaging. Hoewel de ontwerpafdeling beschikt over ontwerpers met ervaring in user interface 'scripting' en andere vormen van programmeren, is de stap naar het (snel) kunnen programmeren van digitale 3D-modellen niet direct te maken. Binnen deze case study bestaat de oplossing voor dit onderdeel daarom vooral uit het investeren in kennis en vaardigheden op dit gebied.

Conclusie

Het uitgangspunt van het gepresenteerde onderzoek is om vanuit bestaande virtual reality technieken te kijken naar toepassingsmogelijkheden in vroege stadia van een ontwerpproces. De beschreven aanpak is gebruikersgericht en pragmatisch; ontwerpers worden beschouwd als toekomstige gebruikers van virtual reality ontwerptools en worden

daarom tijdens het onderzoek betrokken bij zowel het identificeren van toepassingen als het evalueren van het nut en het gebruiksgemak van deze toepassingen. De 'VR consultancy'-aanpak die hiervoor wordt gebruikt laat in relatief korte tijd de ontwerpers kennis maken met verschillende virtual reality technieken, een toepassing kiezen, een prototype evalueren en levert inzicht in de benodigde hulpmiddelen en vaardigheden.

De constante focus op de toepassing van virtual reality tijdens de tot nu toe uitgevoerde case studies brengt verschillende voordelen met zich. Ten eerste begrijpen de betrokken ontwerpers waarom ze bezig zijn met een bepaalde virtual reality techniek, en wat de beoogde voordelen ervan zijn. Dit maakt het onder andere makkelijker om als ontwerper te investeren in kennis en vaardigheden, zoals het leren werken met nieuwe software. Een tweede voordeel is dat de toepassing ruimte biedt om naar alternatieve technieken te kijken; in de gepresenteerde case study zijn bijvoorbeeld zowel een volledig virtuele omgeving als een augmented reality omgeving getest. Door de toepassing als uitgangspunt te nemen voorkom je als bedrijf dat je je bij voorbaat focust op het gebruiken van een bepaalde technologie zonder te weten waarom je deze gebruikt.

Door de resultaten van alle case studies (eind 2012 wordt de derde en laatste case study afgerond) naast elkaar te leggen, hopen we uiteindelijk inzicht te krijgen in de toepasbaarheid van virtual reality als ontwerptool in verschillende ontwerpdisciplines. Deze inzichten kunnen worden gebruikt voor het opstellen van richtlijnen voor het gebruik van virtual reality als ontwerptool in het vroege stadium van het ontwerpproces, of als beginpunt voor de ontwikkeling van software tools die aansluiten bij de kennis en vaardigheden van ontwerpers.

Acknowledgement

Het onderzoek wordt gefinancierd door het innovatiegerichte onderzoeksprogramma 'Integral Product Creation and Realization (IOP-IPCR)' van het Nederlandse Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.



Afbeelding 3. Ontwerpers tijdens het uitvoeren van de test case. Links de virtuele printshop, rechts een ontwerper aan het werk in de augmented reality printshop.